Abdruck aus den Zoologischen Jahrbüchern.
Abtheilung für Morphologie, Band V.

Beiträge zur
Kenntniss der Sarcosporidien

nebst einem Anhange über parasitische Schläuche in der Leibeshöhle von Rotatorien.

Inaugural-Dissertation

der Hohen philosophischen Facultät

der

Universität Rostock

zur

Erlangung der Doctorwürde

vorgelegt von

Albert Bertram
aus Braunschweig.

Mit 3 lithographischen Tafeln.

Jena,
Gustav Fischer.
1892.

Referent: Professor Dr. F. Blochmann.

Die Sarcosporidien sind wegen ihres häufigen Vorkommens in den Muskeln verschiedener Thiere sowie wegen der Krankheitserscheinungen, welche gleichzeitig bei ihrem Vorhandensein bei einigen Haussäugethieren beobachtet wurden, schon sehr oft Gegenstand der Untersuchung gewesen. Die während der letzten Jahre vorgenommenen Forschungen haben Abweichungen von den frühern Resultaten ergeben, so dass es nicht undankbar erschien, nochmals Beobachtungen auf diesem Gebiete anzustellen. Die Arbeiten über die Sarcosporidien und die parasitischen Schläuche in der Leibeshöhle von Rotatorien wurden von mir im zoologischen Institut der Universität Rostock ausgeführt. Es sei mir an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. Fr. Blochmann für das Interesse, welches er jederzeit für meine Arbeiten hegte, sowie für seine gütige Unterweisung meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

Die früher „Miescher'sche Schläuche", Rainey'sche Körperchen", „Psorospermien" etc. benannten Sarcosporidien[1]) wurden 1843 in den Muskeln einer Hausmaus von Miescher (1) entdeckt. 1846 fand sie v. Hessling (2) in den Muskeln vom Reh, später (1853) derselbe Forscher beim Ochsen, Kalbe und in der Herzmusculatur des Schafes. Von v. Siebold (3) wurden die Schläuche ebenfalls 1853 beim Schlacht-

1) Der Name „Sarcosporidia" wurde von Balbiani (32[I]) in einer allgemeinen Darstellung der Sporozoa aufgestellt.

vieh in München und Breslau sowie bei der Ratte beobachtet. Bei letzterem Thier wies sie auch Bischoff (3) 1853 nach. Rainey (4), Leuckart (7), Waldeyer (8), Virchow (9) beschrieben die Sarcosporidien vom Schwein, später lieferten Leisering u. Winkler (11), Dammann (16), Fürstenberg (22), Roloff (24) Abhandlungen über die beim Schafe vorkommenden Sarcosporidien. Gerlach (15), Siedamgrotzky (26), Pütz (39) trafen sie beim Pferde an, Krause (6) beim Hunde und der Katze, Pagenstecher (12) beim Maskenschwein, Manz (17) beim Kaninchen, Ratzel (20) beim Affen (*Inuus*), v. Niederhäusern (28) bei der Ziege, Jongh (35) beim Hirsch und Büffel, Blanchard (42) beim Känguruh (*Macropus penicillatus*), Huet (42) beim Seehund (*Otaria californica*), v. Hardenberg [n. Ripping (13)] beim Hasen, Kühn (10) beim Huhn, Rivolta (23) ausserdem bei andern Vögeln, Will (persönliche Mittheilung) beim Gecko (*Platydactylus facetanus* Ald.). Lindemann (19) hat beobachtet, dass Gregarinen in den Herzklappen eines Menschen durch Veränderung der Klappen eine tödtlich endigende Wassersucht herbeiführten. Die Gregarinen bildeten Anhäufungen von 3 mm Länge und 1 mm Breite und hatten das Aussehen von bräunlichen Kernen. Blanchard (42) spricht die Vermuthung aus, dass es sich um Sarcosporidien aus der Gruppe *Miescheria* gehandelt haben könne. In der Musculatur des Menschen sind mit Ausnahme dieses Falles, der, wie Blanchard auch selbst zugiebt, nicht alle Zweifel ausschliesst, Sarcosporidien bisher nicht gefunden worden.

Eingehendere Untersuchungen über den anatomischen Bau der beim Reh und Schwein vorkommenden Sarcosporidien führten v. Hessling (2), Rainey (4), Leuckart (7), Virchow (9) und Manz (17) aus, während Dammann (16), Laulanié (34), Morot u. Railliet (37) über die beim Schafe sich findenden Sarcosporidien genauere Beobachtungen anstellten.

Alle Bemühungen, die Entwicklungsgeschichte der Schläuche näher zu erforschen, sind bis jetzt leider fruchtlos geblieben, alle dahin zielenden Uebertragungsversuche waren von negativem Erfolg begleitet.

Was den Keimbildungsprocess und das Wachsthum der Schläuche anbetrifft, so spricht Pütz (39) die Vermuthung aus, dass an der Spitze der beim Pferde vorkommenden Sarcosporidien bis zum vollendeten Wachsthum durch Zelltheilung fortgesetzt neue Pseudonavicellenhaufen sich bilden, und dass die Psorospermiensäckchen der

Schafe zu wachsen scheinen, indem an der Innenfläche ihrer Cuticula eine Zelltheilung anhebt, wodurch Häufchen gebildet werden, die an ihrer Peripherie eine Hülle erhalten. Pfeiffer (43) giebt an, dass ausser den Sichelkeimen und den diese Sichelkeime beherbergenden Rundzellen am Rande der im Schafösophagus sich findenden Schläuche noch grössere Gebilde vorkommen, mit einem Inhalt von 2, 4, 6 und mehr färbbaren Kernen. Nach seiner Ansicht stehen dieselben mit dem Wachsthum des Schlauches in Verbindung, und es handelt sich entweder um die nachträgliche Entwicklung von Keimen, die von der ersten Infection her schon vorhanden waren, oder um eine an Ort und Stelle entstandene 2., 3. u. s. f. Generation des Parasiten. Auch Combination dieser beiden Vorgänge ist nicht auszuschliessen.

Die sichelförmigen Körperchen sollen nach Manz (17) und Pfeiffer (43) aus Rundzellen ihren Ursprung nehmen. Nach Manz besitzen die Körperchen eine sehr zarte Membran, innerhalb welcher sich der protoplasmatische Inhalt von der Membran zurückzieht und kräftigere Contouren erhält. Die Membran platzt nach kurzer Zeit, der wurstförmige Inhalt tritt aus und ist das bekannte nieren- oder bohnenförmige Körperchen geworden.

Pfeiffer (43) giebt an, dass in den Rundzellen Sichelkeime entstehen, indem sich der plasmatische Inhalt, welcher den Kern enthält, an einer Seite der Rundzelle zusammenzieht [1]).

Die Untersuchungen wurden von mir hauptsächlich an Sarcosporidien des Gecko's, des Schweines und des Schafes ausgeführt. Das Material wurde sowohl frisch in Eiweisslösung (Eiweiss 20, Kochsalz 1, Aq. dest. 180) als auch in conservirtem Zustande untersucht. Als beste Conservirungsmittel erwiesen sich Alcohol und Sublimatlösung (1 : 20 Aq.). Die von den Objecten angefertigten Schnitte wurden, nachdem sie auf den Objectträger aufgeklebt waren, nachträglich mit Delafield'scher Hämatoxylinlösung, welche die besten Resultate lieferte, gefärbt.

---

1) Pfeiffer hat in dem wässerigen und dem Glycerinextract der Sarcosporidien vom Oesophagus des Schafes ein Mittel kennen gelernt, welches ähnlich dem Koch'schen Tuberculin in kleinen Dosen eine ganz prompte Fieberwirkung, in grossen Dosen Collapserscheinungen bei geimpften Kaninchen hervorruft.

Sarcocystis[1]) *platydactyli nov. spec.*

Die in den Muskelfasern des Gecko's (*Platydactylus facetanus* Ald. s. *Platydactylus mauritanicus L.*) vorkommenden Sarcosporidien, deren anatomischer Bau zuerst beschrieben werden soll, sind von Herrn Privatdocenten Dr. L. Will aufgefunden. Das auf der Insel Menorca (Mai-Juli 1890) gesammelte, in Sublimat, Chromessigsäure und Chromosmiumessigsäure conservirte Material wurde mir von Herrn Dr. Will in liebenswürdigster Weise zur Verfügung gestellt, und ich spreche demselben dafür meinen verbindlichsten Dank aus. Rücken-, Brust- und Bauchmuskeln scheinen mit Vorliebe von den Parasiten befallen zu werden. Die Schläuche sind makroskopisch als gelblich weisse Gebilde deutlich wahrnehmbar und erreichen durchschnittlich eine Länge von 2 mm und eine Breite von 0,4 mm (Taf. 1, Fig. 1). Die Gestalt der Schläuche ist eine langgestreckte bis länglich-ovale. Sie haben in der Muskelfaser ihren Sitz und sind von dem Sarcolemma, häufig auch noch von einer dünnen Schicht quergestreifter Substanz umschlossen. Die Muskelfaser selbst ist bauchig aufgetrieben.

Die Hüllmembran (Cuticula) der Schläuche besteht aus zwei Schichten, einer äussern, im Durchschnitt 0,007 mm dicken, gestrichelt aussehenden Schicht und einer innern, sehr dünnen, structurlosen, zarten Haut (Taf. 1, Fig. 3). Höchstwahrscheinlich werden die dunklern Linien, welche in der Mitte in schräger Richtung, an den Enden nahezu parallel der Längsaxse des Schlauches verlaufen und das gestrichelte Aussehen der Membran hervorrufen, durch Risse in derselben veranlasst. Einen vollständigen Zerfall der Cuticula in Stäbchen habe ich nicht beobachtet. Von der Hüllmembran, und zwar scheint sich besonders die innere Schicht derselben daran zu betheiligen, gehen Fortsätze in das Innere, welche anastomosiren und ein Maschenwerk oder Kammersystem darstellen (Taf. 1, Fig. 2). Jede Kammer bildet eine geschlossene Abtheilung. Die Faserzüge sind an der Peripherie des Schlauches stärker entwickelt als im Centrum. Hier sind die Hohlräume kleiner. In den Kammern sind sichelförmige Körperchen enthalten, bei ihrer Vertheilung darin ist jedoch ein grosser Unterschied zu constatiren (Taf. 1, Fig. 2). Während die

---

1) Der Name *Sarcocystis* wird zuerst von R. Lankester (30) gebraucht.

der Peripherie anliegenden Maschenräume mit einer grossen Anzahl sichelförmiger Körperchen gefüllt sind, nimmt die Menge derselben nach dem Centrum immer mehr ab. In einigen Kammern, welche in der Nähe des Centrums liegen, finden sich sichelförmige Körperchen in geringer Menge und körnige Massen, in andern nur die letztern (Taf. 1, Fig. 4). Auf diese Verhältnisse werde ich später noch näher eingehen. Die sichelförmigen Körperchen sind 0,003—0,004 mm lang und bis 0,001 mm breit. Das Protoplasma ist homogen, der Kern deutlich zu erkennen. Die ausgebildeten Körperchen haben eine sichelförmige Gestalt. Der Inhalt der Schläuche war stets derselbe, und es ist deshalb anzunehmen, dass dieselben in ihrer Entwicklung zum Abschluss gekommen waren. In der Musculatur junger Geckonen hoffte ich frühere Entwicklungsstadien der Schläuche zu finden, jedoch ohne Erfolg. Bessere Resultate lieferten die Untersuchungen der Sarcosporidien des Schweines und des Schafes.

Sarcocystis miescheri Ray Lankester.

Die Länge der vollständig entwickelten Sarcosporidien des Schweins schwankt zwischen $^1/_2$ und 3 mm, die grösste von mir beobachtete Breite beträgt 0,4 mm. Die Membran, welche auch an den kleinsten aufgefundenen Schläuchen nachzuweisen war, besteht aus zwei Schichten. Diese lassen sich jedoch nur dann deutlich erkennen, wenn die äussere Schicht in Stäbchen zerfallen ist (Taf. 1, Fig. 5, 6, 7). Die Dicke der Membran ist grossen Schwankungen unterworfen und nicht von der Grösse der Schläuche abhängig, da kleinere Schläuche in vereinzelten Fällen eine dickere Cuticula aufweisen, als die grössern. Auch findet nicht immer ein Zerfall der äussern Schicht in Stäbchen statt (Taf. 1, Fig. 8, 9, 10), dagegen sind in einigen Fällen Risse in der äussern Membran vorhanden (Taf. 1, Fig. 11, Taf. 2, Fig. 17). Die intacte Membran ist an den Enden des Schlauches bedeutend dicker als in der mittlern Region.

Hiermit stimmt auch die Thatsache überein, dass bei eingetretenem Zerfall die Stäbchen an den Enden am längsten sind. Eine Zähnelung des Randes bei intacten Membranen, wie Pagenstecher (12) sie anführt, habe ich nicht beobachtet, wohl aber zeigten sich bei in Zerfall begriffenen Schläuchen an der Oberfläche der Cuticula Zacken und Risse (Taf. 1, Fig. 12). Nach Virchow (9) sollen die sogenannten Cilien und Borsten an der Oberfläche bei einigen Schläu-

chen erst nach dem Zerreissen der Faser auftreten, zum Muskelprimitivbündel gehören und Querstreifen der Muskelfaser darstellen. In mit Hämatoxylin gefärbten Schnitten zeigte sich nun dieser Zerfall der äussern Schicht in Stäbchen ebenfalls deutlich. Die Stäbchen weisen eine dunklere Färbung als die umgebende, häufig noch sehr gut erhaltene, quergestreifte Substanz auf. Befreit man einen Schlauch aus der ihn umgebenden Muskelfaser, so bleibt der Stäbchenbesatz stets mit dem Schlauche in Verbindung. Diese Umstände dürften darauf hindeuten, dass es sich nicht um ein zum Primitivbündel gehöriges Product handelt. Rainey (4) erblickte in den Stäbchen ein Bewegungsorgan, Rivolta (23) gelangte sogar zu der Ansicht, dass es die starrgewordenen Cilien eines bewimperten Infusors seien. Der Zerfall der äussern Schicht der Cuticula in Stäbchen wird von Leuckart (7) dadurch erklärt, dass zwischen den benachbarten Porenkanälchen, welche die Schlauchhaut durchbohren sollen, Rissbildungen auftreten. Manz (17) und Bütschli (33) haben sich dieser Deutung angeschlossen; der letztere Forscher spricht noch die Vermuthung aus, dass sich unterhalb der porösen und gewöhnlich in den Borstenbesatz zerfallenden Haut noch eine continuirliche zusammenhängende Membran oder doch eine nicht zerfallende Hautschicht finde. Diese ist, wie erwähnt, in der That vorhanden, und es lassen sich auch zuweilen Risse in der äussern Membran nachweisen. An den Stäbchen lassen sich keine Structurunterschiede wahrnehmen. Die innere Schicht der Membran stellt eine homogene dünne Haut dar, die in einzelnen Fällen von fasriger Beschaffenheit ist. Die Innenfläche derselben ist mit 0,003—0,004 mm grossen Zellen ausgekleidet. Das Protoplasma derselben ist gekörnt, der Kern gross (Taf. 1, Fig. 11). Von der innern Schicht der Membran gehen Fortsätze in den Schlauch und bilden ein feines Maschenwerk, welches, wie bei den Sarcosporidien des Geckos, ein Kammersystem bildet (Taf. 1, Fig. 8, 12). Die Kammern sind bei ausgebildeten Schläuchen gleichmässig mit zu Ballen zusammengelagerten sichelförmigen Körperchen angefüllt. In ihrem Protoplasma finden sich dunkle Körnchen, gewöhnlich 2 Vacuolen und ein Kern. Derselbe liegt seitlich vom Mittelpunkte nach dem einen Ende der Sichel zu. Neben den sichelförmigen Körperchen finden sich in den einzelnen Kammern noch stark lichtbrechende Körnchen von rundlicher Gestalt. Bei der Zerreissung eines Schlauches treten die sichelförmigen Körperchen nur aus den von dem Risse getroffenen Kammern hervor, wodurch sichergestellt ist, dass die Maschenräume abgeschlossen sind.

Ueber die Entstehung der sichelförmigen Körperchen in den Sarcosporidien des Schweines habe ich Folgendes ermitteln können. In kleinen Schläuchen finden sich an den Enden rundliche, bis 0,006 mm grosse Zellen (Taf. 1, Fig. 10). Das Protoplasma derselben ist homogen, der Kern gross, unregelmässig. In einem Schlauche fand ich diese Zellen in Theilung begriffen vor (Taf. 1, Fig. 8 und 9). Jede Zelle ist von Gerüstsubstanz umgeben, deren Verbindung mit der Cuticula deutlich wahrnehmbar ist. Die Zellen liegen also in einer abgeschlossenen, von Gerüstsubstanz umgebenen Kammer, und es bleiben auch die von ihnen gebildeten Zellen in derselben. Letztere wandeln sich dann in die sichelförmigen Körperchen um. Die einzelnen Stadien dieses Vorgangs liessen sich an den Sarcosporidien des Schweins nicht verfolgen, es wird sich jedoch bei der Besprechung der Sarcosporidien des Schafes zeigen, dass diese Deutung die richtige ist.

Eine Theilung der sichelförmigen Keime selbst, wie v. Hessling (2) und Manz (17) sie beobachtet haben, vermochte ich nicht zu constatiren, auch habe ich niemals gesehen, dass dieselben Bewegungen ausführten.

Die Schläuche können nun dem Untergange anheim fallen. Zuerst tritt ein Zerfall der sichelförmigen Körperchen und des Kerns derselben ein, letzterer scheint allerdings am widerstandsfähigsten zu sein. Schliesslich bleibt in den Kammern eine feinkörnige Masse zurück (Taf. 1, Fig. 12).

Die Oberfläche der Cuticula des in Fig. 12, Taf. 1 abgebildeten Schlauches ist mit Zacken und Vorsprüngen versehen, die Cuticula selbst ist unversehrt, so dass in diesem Falle eine Auswanderung der sichelförmigen Körperchen in das umliegende Gewebe, wie es Pfeiffer (43) beschreibt, wohl nicht angenommen werden kann. Im Zerfall befindliche sichelförmige Körperchen lassen sich dagegen in den Kammern deutlich erkennen. Ist die Cuticula selbst nicht mehr intact, so scheint eine Einwanderung von Leukocyten in die noch vorhandenen Theile des Schlauches stattzufinden (Taf. 1, Fig. 13 und 13a).

Das Eindringen der Leukocyten findet von allen Seiten statt. Die Gerüstsubstanz und die übrigen Bestandtheile des Schlauches sind an den von den Leukocyten eingenommenen Stellen vollständig oder bis auf geringe Reste verschwunden.

Beiläufig will ich erwähnen, dass, sobald ein Zerfall der Sarcosporidien eintritt, eine Ablagerung von Kalksalzen in den Schläuchen und der Umgebung derselben stattfinden kann.

Die von mir untersuchten Sarcosporidien des Pferdes erreichten im Oesophagus eine Länge von 9 mm und wiesen ähnliche anatomische Verhältnisse wie die Sarcosporidien des Schweines auf (Taf. 2, Fig. 14). Die äussere Schicht der Cuticula kann in Stäbchen zerfallen, während von der innern Schicht Fortsätze sich in das Innere der *Sarcocystis* erstrecken, welche ein Kammersystem bilden. Auch hier finden sich an den Enden vereinzelter Schläuche bis 0,006 mm grosse Zellen mit homogenem Protoplasma.

Sarcocystis tenella Raill. und *Balbiana gigantea* Raill.

Die Grössenverhältnisse der Sarcosporidien des Schafs sind bedeutenden Schwankungen unterworfen. Während die jugendlichsten von mir beobachteten Schläuche eine Länge von 0,04 mm und eine Breite von 0,006 mm erreichten, finden sich im Oesophagus der Schafe Sarcosporidien von der Grösse einer Haselnuss. Bei den jüngsten von mir aufgefundenen Schläuchen stellt die Cuticula eine homogene, sehr dünne Membran dar (Taf. 2, Fig. 22 und 23). Fortsätze, welche in das Innere des Schlauches ausgehen, lassen sich nicht erkennen. In einem älteren Stadium finden sich dann bei einigen Schläuchen dieselben Schichten, wie wir sie an der Cuticula der Sarcosporidien des Schweines kennen gelernt haben (cf. S. 7 u. f.). Die äussere Schicht kann in Stäbchen zerfallen, während sich von der innern dünnen Membran zu einem Maschenwerk sich vereinigende Fortsätze in den innern Raum des Schlauches begeben. In vereinzelten Fällen ist die Aussenfläche der Cuticula kleiner Sarcosporidien mit feinen Vorsprüngen besetzt (Taf. 2, Fig. 16). Diese Vorsprünge sind an der Cuticula grosser Sarcosporidien, welche früher als Psorospermiensäckchen bezeichnet wurden, stets vorhanden. Besonders schön sind dieselben an mit 30-procent. Salpetersäure behandelten und mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten sichtbar (Taf. 2, Fig. 19, 20, 21). Bei in Eiweisslösung untersuchten frischen Hüllmembranen erscheinen die Vorsprünge auf der Cuticula als unregelmässige, fein gekörnte, dunkle Felder von verschiedener Grösse (Taf. 2, Fig. 18). Die Membran selbst ist bei grossen Sarcosporidien bis 0,004 mm dick, muss also im Verhältniss zur Grösse und im Vergleich mit dem Durchmesser der Cuticula kleiner Sarcosporidien, welche ebenfalls eine Dicke von 0,004 mm erreichen kann, als sehr dünn bezeichnet werden. Die Cuticula grosser Sarcosporidien ist von dem Sarcolemma und einer

Schicht Muskelsubstanz umgeben; diese sind wiederum von einer bis 0,009 mm dicken, homogenen Bindegewebsmembran eingeschlossen. Es folgen also von aussen nach innen: 1. Bindegewebsmembran, 2. Sarcolemma und Muskelsubstanz, sowie 3. Cuticula (Taf. 2, Fig. 19, 20, 21). Dem Sarcolemma liegen gut erhaltene Muskelkerne an. Dieselben sind auf den Schnitten in geringer Menge vorhanden, was durch die Ausdehnung, welche die Muskelfaser durch die Sarcosporidie erleidet, leicht erklärlich ist. Auch in der Bindegewebsmembran lassen sich Kerne nachweisen. Die Bindegewebsmembran selbst ist von fasrigem Bindegewebe (Perimysium) umgeben. Die die Cuticula einschliessende Muskelsubstanz mit dem Sarcolemma und homogene Bindegewebsmembran liessen sich an von grossen Sarcosporidien angefertigten Querschnitten immer nachweisen.

Die innere Fläche der Cuticula ist mit 0,005—0,006 mm grossen, unregelmässig, jedoch meist rundlich gestalteten Zellen ausgekleidet. Das Protoplasma der Zellen ist gekörnt, der Kern gross (Taf. 2, Fig. 28). Der Inhalt der jugendlichsten Schläuche besteht aus 0,004 bis 0,005 mm grossen Zellen, deren Umrisse nur an einigen Stellen deutlich hervortreten (Taf. 2, Fig. 22 u. 23). Das Protoplasma ist fein granulirt, der Kern 0,002—0,003 mm gross. Von Ballenbildung und Gerüstsubstanz ist nichts wahrzunehmen. In älteren, schon eine äussere und innere Schicht der Cuticula aufweisenden Schläuchen sind die Zellen schärfer abgegrenzt und 0,004—007 mm gross (Taf. 2, Fig. 24 u. 25). Ihr Protoplasma ist homogen, der Kern unregelmässig. Ferner sind in der Mitte und dem obern Ende des Schlauches (Fig. 25, Taf. 2) die ersten Anfänge von Ballenbildung vorhanden. Das Protoplasma der an der Ballenbildung betheiligten Zellen ist dunkler, die Grenzen der Zellen sind undeutlich, die Kerne in denselben jedoch gut zu erkennen. Ist die Ausbildung des Schlauches weiter fortgeschritten, was mit der Grösse desselben nicht in Uebereinstimmung zu stehen braucht, da in sehr kleinen Schläuchen schon zu Ballen zusammengelagerte sichelförmige Körperchen und Gerüstsubstanz vorhanden sein können, so finden sich die runden Zellen mit homogenem Protoplasma nur noch an den Enden und den Seiten des Schlauches (Taf. 2, Fig. 26). Die Gerüstsubstanz tritt bei diesen entwickelteren Stadien deutlich hervor, in der Mitte sind die sichelförmigen Körperchen zu Ballen vereinigt. Dieser Bau lässt sich noch in Schläuchen nachweisen, welche ca. 1 mm lang sind und an Breite mit der Breite der Muskelfaser übereinstimmen oder das Sarcolemma bauchig aufgetrieben haben.

Die grösseren Sarcosporidien des Schafes zeigen in ihrem inneren Bau eigenthümliche Verhältnisse. Die mit der Cuticula in Verbindung stehende Gerüstsubstanz und Vertheilung der sichelförmigen Körperchen in den Kammern verhält sich in derselben Weise wie beim Gecko. Die Menge der sichelförmigen Körperchen nimmt nach dem Centrum in den einzelnen Kammern ab (Taf. 2, Fig. 29). Die in der Umgebung des Centrums liegenden Kammern enthalten in Zerfall begriffene sichelförmige Körperchen und körnige Zerfallsmassen. In der Mitte sehr grosser Sarcosporidien findet sich ein Hohlraum, in welchen körnige Massen eingelagert sind. Der Hohlraum in der abgebildeten, 5 mm im Quer- und 9 mm im Längsdurchmesser haltenden Sarcosporidie ist 1,1 mm breit und 2,3 mm lang (Taf. 2, Fig. 29). Die Gerüstsubstanz ist im Centrum zerrissen und hat sich contrahirt, wodurch die Kammern an den Rändern des Hohlraums kleiner erscheinen und langgestreckt sind. Die der Cuticula unmittelbar anliegenden Kammern weichen von den übrigen dadurch ab, dass sie sehr klein sind und ihr Inhalt aus Zellen mit hellem Protoplasma und grossen Kernen besteht (Taf. 2, Fig. 19 u. 20). In einigen Kammern findet sich eine Zelle mit einem Kerne, in andern eine Zelle mit zwei Kernen, noch andere schliessen viele Kerne, die in eine homogene, protoplasmatische Grundmasse eingebettet sind, ein. Die darauf folgenden, nach dem Innern des Schlauches zu liegenden Kammern enthalten eine grössere Menge von runden und ovalen Zellen mit hellem, feinkörnigem Protoplasma und grossen Kernen. Fig. 32, Taf. 3, stellt eine solche Kammer dar, welche von mit sichelförmigen Körperchen angefüllten Maschenräumen umgeben ist.

Aus den geschilderten Verhältnissen dürften folgende Schlüsse zu ziehen sein:

Die in den jüngsten Stadien befindlichen, stellenweise nicht scharf abgegrenzten Zellen, welche ich als Sporoblastenmutterzellen bezeichnen möchte, bringen durch Kerntheilung und simultanen Zerfall des Plasmas Zellen mit homogenem Protoplasma und grossem Kern, die Sporoblasten, wie sie sich in den Schläuchen Taf. 2, Fig. 24 u. 25 finden, hervor. Um diese scheidet sich Gerüstsubstanz aus, und die von ihnen später gebildeten Zellen, aus welchen die sichelförmigen Körperchen hervorgehen, bleiben zu Ballen zusammengelagert. An den Schlauchenden findet bei mittelgrossen Schläuchen fortwährend Zelltheilung, Ballenbildung und Wachsthum des Schlauches in der Längsrichtung der Muskelfasern, d. h. in der Richtung des geringsten Widerstandes, statt. Durch Vermehrung der Ballen nimmt die Dicke

des Schlauches zu, und das Sarcolemma wird derartig ausgedehnt, dass die Sarcosporidie scheinbar nicht mehr ihren Sitz in der Muskelfaser hat. Es lässt sich die sehr dünne Schicht Muskelsubstanz und das Sarcolemma nur durch die Untersuchung von Querschnitten und bei Anwendung geeigneter Färbemittel nachweisen.

Sobald der Widerstand, welcher von dem Sarcolemma auf das Wachsthum des Schlauches ausgeübt wurde, aufgehoben ist, findet nicht nur an den Enden des Schlauches, sondern an der gesammten Peripherie Zelltheilung, Ballenbildung und Wachsthum statt. Die sichelförmigen Körperchen zerfallen im Centrum grosser Sarcosporidien. Ein Artunterschied zwischen den bei Schafen vorkommenden kleinen Sarcosporidien und sogenannten Psorospermiensäckchen oder *Sarcocystis tenella* Raill. und *Balbiana gigantea* Raill. oder intercellulären Schläuchen und intracellulären Schläuchen nach Pfeiffer (43) ist nicht vorhanden, da sich die grossen Sarcosporidien aus den kleinen entwickeln.

Warum gerade die Sarcosporidien in der Kehlkopf-, Schlund- etc. Musculatur eine bedeutendere Grösse als in andern Muskeln, z. B. dem Herzen, erlangen, ist fraglich, jedoch steht anzunehmen, dass der von der Umgebung ausgeübte Druck hindernd auf das Wachsthum einwirkt. Diejenigen Organe, deren Muskeln die grössten Sarcosporidien am häufigsten beherbergen, sind entweder von grossen Körperhöhlen, wie der Schlund, oder von lockerm Bindegewebe, wie der Kehlkopf, eingeschlossen. Da sich bei Schafen neben grossen Sarcosporidien im Schlunde häufig auch kleine Schläuche finden, in denen nur sichelförmige Körperchen enthalten sind und deren weiteres Wachsthum in Folge dessen ausgeschlossen ist, so ist es wahrscheinlich, dass neben andern Ursachen auch noch die Wachsthumsenergie in Frage kommt, welche bei einigen Sarcosporidien grösser ist als bei andern.

Laulanié (34) hat unter 272 mit Sarcosporidien behafteten Schafen 6 mit Psorospermiencysten unter dem Brustfell, 10 unter dem Bauchfell und 27 unter Brust- und Bauchfell gefunden. Auch in diesen Fällen wird es sich um in Muskelfasern liegende Sarcosporidien gehandelt haben, die nach dem Zerreissen der oberflächlich gelegenen Fasern unter die serösen Häute getreten sind.

Der einzige Fall, in welchem Sarcosporidien im Darmcanal und zwar im submucösen Bindegewebe des Dickdarms angetroffen sind, ist von Blanchard (42) angeführt. Die Schläuche sind beim Känguruh aufgefunden und weichen von den beim Schaf vorkommenden

grossen Sarcosporidien auch durch ihren Bau ab. Während sich beim Schaf die kleinsten Kammern an der Peripherie der Sarcosporidie finden, ist es beim Känguruh umgekehrt, indem hier die kleinsten Maschen im Centrum auftreten.

Zürn (27) hat zwei grössere Schläuche an der harten Hirnhaut eines Schafs gesehen. Ferner haben Pütz (39) und andere Beobachter in einzelnen Fällen kleine Schläuche und rundliche Säckchen frei im Bindegewebe des Schlundes angetroffen, auch kommen nach Pfeiffer (43) intercellulär kleine Schläuche in den Augenmuskeln des Schafs vor. Es scheint also, als ob die Schläuche nicht stets in den Muskelfasern ihren Sitz haben müssen, sondern ausnahmsweise auch in andern Geweben vorkommen können.

Bei den von mir vorgenommenen Untersuchungen, welche sich auf die verschiedensten Muskeln, wie Zungen-, Kau-, Schlundkopf-, Kehlkopf-, Schlund-, Nacken-, Zwischenrippen-, Zwerchfell-, Herz-, Bauch- und Lendenmuskeln, erstreckten, habe ich die kleinen Sarcosporidien nur in den Muskelfasern angetroffen. Auch liess sich bei daraufhin untersuchten grossen Sarcosporidien zwischen Bindegewebsmembran und Cuticula stets das Sarcolemma mit anliegenden Kernen und Muskelsubstanz nachweisen, woraus hervorgeht, dass auch diese in der Muskelfaser ihren Sitz haben. Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass das Sarcolemma durch den von der Sarcosporidie ausgeübten Druck zum Zerreissen gebracht wird und sich in Folge dessen später nicht mehr nachweisen lässt. Derartige Fälle habe ich nicht beobachtet. Das Vorkommen von Sarcosporidien im Bindegewebe gehört sicherlich zu den Seltenheiten.

Die Entwicklung der Sarcosporidien hat mit der Bildung der sichelförmigen Körperchen ihren Abschluss gefunden. Wie schon erwähnt, habe ich niemals eine Bewegung der sichelförmigen Körperchen, Unterschiede in ihrem Bau oder fadenartige Anhänge an einzelnen derselben, wie sie von Dammann (19) beobachtet sind, gesehen. Pagenstecher (12) hat zwischen den Pseudonavicellen spermatozoidenähnliche Körper, deren Köpfe etwas länglich waren und deren Schwanzfäden sich deutlich bewegten, bemerkt und führt an, dass dieselben in kleinern, runden, zwischen den Pseudonavicellen zerstreuten Zellen ihren Ursprung zu nehmen schienen, obwohl dies mit Sicherheit sich nicht herausgestellt hätte. Von keinem andern Untersucher sind jedoch derartige Gebilde beobachtet, und es muss fraglich erscheinen, ob dieselben zu den Schläuchen gehört haben. Nach Pfeiffer (43) sind die Sichelkeime nicht alle einander gleich, sondern kommen in zwei gut von einander zu unter-

scheidenden Arten vor und zwar als einfache Sicheln, welche Bewegungen ausführen, und Sichelkeime mit differenzirtem Inhalt. Die von mir untersuchten sichelförmigen Körperchen haben stets dieselbe Gestalt und denselben Inhalt gehabt. Von Pfeiffer (43) wird auch eine Wanderung der sichelförmigen Keime im Innern der Sarcosporidien angenommen. Pfeiffer (43 p. 120) sagt: „Weil die Cysten der Sarcosporidie auf dem Oesophagus des Schafes und im Darm des Känguruh (Blanchard) im Innern nur ein leeres Fasergerüst, am Rande aber jugendliche Kerntheilungen und jugendliche Parasitenformen zeigen, nehmen wir auch für die Muskelschläuche des Schweins an, dass die Sicheln zur Peripherie wandern und hier weiteres Wachsthum des Sorus verursachen.“ Gegen diese Ansicht Pfeiffer's sprechen die Thatsachen, dass die sichelförmigen Keime in abgeschlossenen Kammern liegen und bei längerer Anwesenheit in demselben Organismus ein Untergang der sichelförmiges Körperchen häufig beobachtet wird, so im Centrum der Sarcosporidien des Geckos, des Schafs und ein totaler Zerfall der Schläuche beim Schwein.

Die an der Peripherie grosser Sarcosporidien des Schafs sich findenden Zellen, aus welchen Ballen sichelförmiger Körperchen hervorgehen und welche das Wachsthum des Schlauches veranlassen, sind als Producte der Sporoblastenmutterzellen zu betrachten; ein Beweis dafür, dass dieselben aus sichelförmigen Körperchen hervorgegangen sein sollen, ist nicht zu erbringen.

Was das Vorkommen der Sarcosporidien beim Schaf anbetrifft, so habe ich dieselben in den verschiedensten Muskeln des Körpers, die grössern Formen dagegen nur in der Kehlkopf-, Pharynx-, Schlund-, Zungen- und Gaumensegelmusculatur angetroffen. In den Monaten Mai bis December habe ich von 185 untersuchten Schafen 182 mit Sarcosporidien behaftet gefunden.

Mit Ausnahme eines Falles, in welchem bei einem älteren Schafe neben grossen Schläuchen nur zwei sehr kleine, ohne sicheltörmige Körperchen, vorhanden waren, habe ich die übrigen jugendlichen Schläuche, in welchen eine Ausbildung sichelförmiger Körperchen noch nicht stattgefunden hatte, in grösserer Menge bei einem acht Monate alten Lamm gefunden. Ferner waren dieses und noch andere Lämmer aus derselben Herde mit kleinen, sichelförmige Körperchen enthaltenden Schläuchen inficirt. Grosse Sarcosporidien waren bei diesen Thieren nicht vorhanden. Die Infection ist daher wahrscheinlich nur bei jüngeren Thieren möglich, da sich bei diesen die Jugendstadien

des Parasiten finden, während bei älteren Thieren, mit Ausnahme des erwähnten Falles, nur ausgebildete Formen beobachtet werden. Die fraglichen Lämmer wurden im März auf der Weide geboren und sind von der Geburt ab bis zur Untersuchung auf der Weide geblieben. Da Stallfütterung ausgeschlossen ist, so muss die Infection beim Weidegange stattgefunden haben. Die behüteten Wiesen sind trocken, mit Klee und Süssgräsern bestanden. Die Wasserlöcher, welche zum Tränken benutzt wurden, hatten morastigen Grund.

In Embryonen vom Schaf, Schwein, Rind fanden sich keine Sarcosporidien, ebenso lieferten Blutuntersuchungen negative Resultate.

Es wäre vielleicht möglich gewesen, noch jugendlichere Entwicklungsstadien aufzufinden, wenn mir vom Anfange der Untersuchung an Material von Lämmern zur Verfügung gestanden hätte. Vereinzelt in den Muskelfasern angetroffene ein- und zweizellige Gebilde erweckten den Verdacht, Jugendstadien vorzustellen, jedoch liess sich ein definitiver Beweis des Zusammenhanges derselben mit den *Sarcocystis*-Schläuchen nicht erbringen. Allem Anschein nach findet die Infection auf der Weide resp. bei Grünfütterung statt. Ob ein Zwischenwirth vorhanden ist oder ob die Infection direct stattfindet, muss noch dahingestellt bleiben. Erst wenn es nicht gelingen sollte, sehr junge Individuen zu inficiren, dürfte die directe Uebertragung ausgeschlossen werden.

Mit Magensaft und Trypsinlösung behandelte sichelförmige Körperchen wurden, wie ich beobachtete, aufgelöst, Formveränderungen, wie Ausstülpungen am Rande und späterer Zerfall zeigten sich, wenn auf die Körperchen filtrirter menschlicher Speichel einwirkte.

Manz (17) brachte Schläuche, theils isolirt, theils innerhalb der frischen Muskelfaser in feuchte Erde, in Zuckerwasser und liess das Fleisch an der Luft und im Wasser faulen, immer trat ein körniger Zerfall des Inhalts auf. Pfeiffer (43) giebt an, dass die von ihm beobachteten beweglichen Keime, mit filtrirtem menschlichem Speichel warm auf dem Objecttisch im hängenden Tropfen beobachtet, sich sehr bald in bewegliche Amöboidformen umwandeln, um später in Rundzellenform überzugehen. Ueber diesen Rundzellenzustand hinaus ist noch keine Cultur geglückt. In dem Filtrat des Vormagens der Wiederkäuer und auch des zweiten Magens gehen nach Pfeiffer die Sicheln sofort zu Grunde.

Was schliesslich die Natur und Bedeutung der Schläuche anbetrifft, so haben hierüber seit ihrer Entdeckung die verschiedensten Ansichten bestanden. Miescher (1) spricht sich nicht dar-

über aus, ob der Parasit vegetabilischer oder animalischer Natur sei und lässt es zweifelhaft, ob die Schläuche einen eigenthümlichen Krankheitszustand der primitiven Muskelbündel darstellen, in welchen sich statt der Fibrillen jene kleinen bohnen- oder nierenförmigen Körperchen entwickelt haben, während v. Siebold (3) sich geneigt fühlt, die Schläuche den schimmelartigen Entophyten beizuzählen. Der Ansicht Rainey's (4), nach welcher das erste Anzeichen von *Cysticercus cellulosae* die Gegenwart von nierenförmigen Körperchen sei, welche nach ihrer weiteren Entwicklung den Muskelschlauch verliessen und sich zwischen den Muskelfasern zu den Blasenwürmern weiter ausbildeten, trat besonders Leuckart (7) entgegen und widerlegte dieselbe. Von Leuckart (7) wurden die Sarcosporidien als den Gregarinen verwandte Organismen betrachtet, und auch Ripping (13) zählt dieselben diesen Sporozoen zu.

Nach Virchow (9) stehen die Schläuche einer gewissen Form der Psorospermien oder Gregarinen nahe. Ratzel (20) ist der Meinung, dass die Ursache vielleicht in der Fütterung oder abnormen Lebensweise zu suchen sei. Roloff (24) hat die Ansicht ausgesprochen, dass die innerhalb der Muskelfasern liegenden Schläuche Haufen von Lymphkörperchen, die sich mit einer Membran umgeben haben, sind. Kühn (10) bezeichnet die Sarcosporidien als *Synchytrium miescherianum* und stellt dieselben wie auch Zürn (27) zu den pflanzlichen Parasiten, während Rivolta (23) dieselben von eingewanderten Infusorien ableitet.

Bütschli (33) bespricht die Sarcosporidien unter den Sporozoen und erachtet eine nähere Verwandtschaft derselben mit den Sporozoen nicht für unwahrscheinlich. Die Aehnlichkeit der Keime der *Sarcocystis* mit den sichel- oder stäbchenförmigen Keimen der Gregariniden ist nach seiner Ansicht nicht zu leugnen, jedoch bemerkt der Autor, dass dies allein nicht ausreichen dürfte, eine nähere Beziehung fest zu begründen und bezeichnet einstweilen die Frage nach dem systematischen Anschluss der besprochenen Organismen, welche nur auf Grund einer genauen Bekanntschaft mit ihrem Entwicklungsgange gelöst werden dürfte, als eine offene.

Diesen Ausführungen Bütschli's müssen wir uns bis jetzt vollständig anschliessen.

Wollen wir die Sarcosporidien zum Schluss noch mit den Coccidien vergleichen, so finden wir, dass bei den Coccidien nach Bildung der Cystenhaut aus dem protoplasmatischen Leib eine verschiedene Anzahl von Sporen, aus welchen die sog. sichelförmigen Keime und

Restkörper hervorgehen, sich entwickeln, während bei den Sarcosporidien höchstwahrscheinlich ein einzelliger Organismus in das Innere der Muskelfaser gelangt, der die Sporoblastenmutterzellen erzeugt. Aus den Sporoblastenmutterzellen gehen weiterhin die Sporoblasten hervor. Um diese scheidet sich Gerüstsubstanz aus, und die von ihnen gebildeten Zellen, aus welchen die sichelförmigen Körperchen hervorgehen, bleiben zu Ballen zusammengelagert. Ferner findet bei den Sarcosporidien an den Schlauchenden und, von einem gewissen Zeitpunkte ab, auch an der gesammten Peripherie Zelltheilung, Bildung von Ballen sichelförmiger Körperchen und Wachsthum des Schlauches längere Zeit hindurch statt.

Parasitische Schläuche in der Leibeshöhle von Rotatorien.

Im Juli 1891 wurden in der Leibeshöhle von Rotatorien, welche von Herrn Levander aus Helsingfors in der Unter-Warnow bei Rostock gesammelt waren, von Herrn Professor Blochmann parasitische Schläuche aufgefunden. Die eingehenderen Untersuchungen über diese Schläuche, welche von mir im Juli und August ausgeführt wurden, unterstützte der Umstand, dass eine grosse Anzahl von Rotatorien mit Parasiten inficirt war. Auf jeder Excursion war ich im Stande, Material zu erlangen. Theils wurden die Untersuchungen an lebenden, theils an mit heisser Sublimatlösung (1 : 20 Aq.) oder 70-proc. Alcohol abgetödteten Rotatorien vorgenommen. Als Färbemittel leisteten das Hämatoxylin und vorzüglich das Pikrokarmin ausgezeichnete Dienste. Empfehlenswerth ist es, den Rotatorien nach dem Abtödten den Fuss abzuschneiden, damit der Farbstoff leichter eindringen kann. Die Abbildungen wurden mit der Camera lucida entworfen.

Die Schläuche liegen frei in der Leibeshöhle und werden durch die Contractionen des Thieres hin und her geschoben (Taf. 39, Fig. 33). Häufig sind dieselben in so grosser Menge vorhanden, dass das Thier vollgepropft und selbst der Fuss mit denselben angefüllt ist. Die Bewegungen des Thieres sind dann träge und schwerfällig. Bei derartig inficirten Thieren tritt innerhalb kurzer Zeit der Tod ein. Die ausgebildeten Schläuche sind cylindrisch, an den Enden zugespitzt oder abgerundet. Sie werden bis 0,09 mm lang und bis 0,03 mm breit. Die Hülle der Schläuche ist eine homogene, sehr dünne, structurlose Membran, von derselben in das Innere ausgehende Fortsätze lassen sich nicht erkennen (Taf. 3, Fig. 33a). Ihre Festigkeit ist

sehr gering, bei leichtem Druck auf das Deckglas platzt die Membran an verschiedenen Stellen. Der Inhalt der ausgebildeten Schläuche besteht aus rundlichen bis ovalen, meist durch gegenseitigen Druck polyedrisch gestalteten Zellen (Taf. 3, Fig. 34). Die Zellen sind bis 0,006 mm gross, das Protoplasma ist gleichmässig dunkel gefärbt, der Kern rund, das Kernkörperchen in mit Pikrokarmin oder Hämatoxylin gefärbten Präparaten deutlich wahrnehmbar.

Um nun über die Entwicklungsgeschichte Näheres in Erfahrung zu bringen, wurden mit ausgebildeten Schläuchen behaftete und mit reifen Eiern versehene Rotatorien in Wasser übertragen, welches nicht aus der Unter-Warnow entnommen war und nur Flagellaten und Algen enthielt. Zu diesen Versuchsthieren wurden solche gesetzt, welche bei der Untersuchung mit stärkern Systemen frei von Schläuchen resp. deren jüngern Entwicklungsstadien, die ich später beschreiben werde, waren. Die Beobachtungen wurden im hängenden Tropfen oder in mit wenig Wasser angefüllten kleinen Uhrschälchen, welche in eine feuchte Kammer gestellt wurden, ausgeführt. Die bei dreissig Versuchen gewonnenen Resultate sind folgende:

Die mit Schläuchen behafteten Rotatorien sterben etwa nach 48 Stunden, einige schon nach 3—4 Stunden. Während des Absterbens des Rotators oder kurz nach dem Tode zerfallen gewöhnlich die Schläuche (Taf. 3, Fig. 35). Die in denselben enthaltenen Zellen werden frei und gelangen in die Leibeshöhle. Nach dem Freiwerden der Zellen platzt in den meisten Fällen die Körperwand des Räderthieres am Vorderende nach kurzer Zeit, und die in der Leibeshöhle befindlichen Zellen gelangen in grösserer Menge in das umgebende Wasser. Eigenbewegungen der Zellen habe ich nie beobachtet, scheinbare Bewegungen wurden häufig durch Bacterien, welche an die Zellen anstiessen, hervorgerufen.

Die hinzugesetzten von Schläuchen freien Rotatorien sowie die nach kurzer Zeit aus den Eiern, die von den inficirten Thieren getragen wurden, geschlüpften jungen Rotatorien, welche sich ebenfalls bei der Untersuchung, die unmittelbar nach dem Ausschlüpfen ausgeführt wurde, als nicht mit Schläuchen behaftet erwiesen, nehmen die in der Flüssigkeit befindlichen, aus den gestorbenen Räderthieren stammenden Zellen in grösserer Menge auf. Nach 2 bis 3 Tagen — bei einem Versuche nach 24 Stunden — sind in der Leibeshöhle der im Anfange des Versuchs von Schläuchen freien und besonders der jungen Rotatorien Zellen und junge Schläuche, die alsbald heranwachsen, nachweisbar (Taf. 3, Fig. 36 *a—c*). Nach wiederum zwei

Tagen haben die Schläuche ihre vollständige Reife erlangt, so dass zwischen der Aufnahme der Zellen und der vollständigen Ausbildung der Schläuche ein Zeitraum von nur etwa drei Tagen liegt. Ueber den Zusammenhang der Zellen und Schläuche in der Leibeshöhle der Versuchsthiere mit den aufgenommenen Zellen habe ich Folgendes in Erfahrung bringen können. Den Durchtritt der aufgenommenen Zellen durch die Wandung des Magendarms habe ich an lebenden Thieren und an Schnittserien nicht beobachtet. Die Untersuchungen an lebenden Thieren werden durch die Bewegung derselben und die geringe Grösse der Zellen erschwert. Die Gestalt der in der Leibeshöhle nach der Infection auftretenden Zellen und die Weiterentwicklung derselben dürfte jedoch alle Zweifel betreffs der Herkunft derselben ausschliessen. Die Zellen sind bis 0,006 mm gross, das Protoplasma ist fein gekörnt, was bei den in ausgebildeten Schläuchen vorhandenen Zellen nicht der Fall ist, der Kern gross, rund, das Kernkörperchen deutlich wahrnehmbar (Taf. 3, Fig. 37 *a*).

Diese Zellen vermehren sich durch Theilung, bleiben zusammengelagert und bilden dann junge Schläuche, welche Anfangs eine rundliche Gestalt haben (Taf. 3, Fig. 37 *b* u. *c* u. Fig. 39 *a* u. *b*). Die Schläuche sind stets von einer dünnen, structurlosen, homogenen Membran umgeben, das Protoplasma ist fein gekörnt, Kerne und Kernkörperchen haben denselben Bau wie die einzelnen Zellen. Die Zellen sind jedoch nicht scharf abgegrenzt (Taf. 3, Fig. 37 *d*).

Der Durchmesser der noch rundlichen Schläuche beträgt nie mehr als 0,009—0,01 mm. Es ist möglich, dass bei dieser Grösse der Zeitpunkt eingetreten ist, in welchem der Raum zwischen Magendarmwandung und Körperwand nicht mehr genügt, um eine Weiterentwicklung der Schläuche nach allen Richtungen zu gestatten. Es tritt ein Wachsthum in der Richtung des geringsten Widerstandes, in der Längsrichtung, ein, und die kugelige Form geht bei der fortschreitenden Entwicklung in die cylindrische, schlauchförmige über. Während der ersten Periode sind Protoplasma und Kerne in den cylindrischen Schläuchen demjenigen der rundlichen Schläuche vollständig gleich. In einigen Schläuchen, welche mit Pikrokarmin gefärbt sind, lassen sich in diesem Stadium Kerntheilungen mit ziemlicher Sicherheit erkennen (Taf. 3, Fig. 38). Der Uebergang in die ausgebildete Form geschieht allmählich, die Zellen grenzen sich erst undeutlich, dann schärfer ab, zuletzt besteht der Inhalt des Schlauches aus scharf von einander abgegrenzten Zellen von der beschriebenen Gestalt (Taf. 3, Fig. 36 *c* u. Fig. 39 *d*). Die Schläuche können wieder zerfallen, das

Rotator platzen, die Zellen von andern Rotatorien aufgenommen werden und zur Bildung von Schläuchen Veranlassung geben. Die Schläuche haben sich bis jetzt bei *Brachionus urceolaris* Ehrbg., *Brachionus oon* Gosse, *Brachionus amphiceros* Ehrbg. gefunden.

In der Leibeshöhle von Rotatorien sind parasitische Schläuche bis jetzt nicht aufgefunden, dagegen ist von Sorokin (1) und Nowakowsky (2) beobachtet, dass Rotatorieneier durch in denselben schmarotzende Chytridiaceen (*Catenaria anguillulae* Sorok., *Chytridium gregarium* Now. und *Chytridium macrosporum* Now.) zerstört werden. Die in der Leibeshöhle aufgefundenen Schläuche haben einige Aehnlichkeit mit den Zoosporangien des *Chytridium macrosporum*, welches von Nowakowsky in zwei Exemplaren aufgefunden wurde. Der Inhalt des von einer dünnen Haut umschlossenen Zoosporangiums bestand aus farblosem, feinkörnigem Protoplasma, welches in kurzer Zeit in verhältnissmässig grössere, vieleckige Klümpchen zerfiel. In dem aus dem Ei vortretenden Halse des Zoosporangiums waren die Plasmaklümpchen in eine einfache Reihe locker geordnet und zeigten, von dem gegenseitigen Drucke befreit, ovale Gestalt. Bei weiterm Vergleich mit den von mir gefundenen Schläuchen ist nun jedoch als besonderer Unterschied hervorzuheben, dass durch eine am Ende des Halses des Zoosporangiums entstandene Oeffnung Schwärmsporen nach aussen traten und sich eilig entfernten. Dieselben hatten eine elliptische Gestalt, die Zahl der Cilien und die Stelle, wo diese herauskamen, konnte Nowakowsky jedoch nicht deutlich erkennen.

Wie erwähnt, haben die aus den Schläuchen in der Leibeshöhle von Rotatorien frei werdenden Zellen niemals Bewegungen ausgeführt. Dieser Unterschied tritt auch beim Vergleiche mit den übrigen Chytridiaceen [1]), aus deren Zoosporangien Schwärmer hervorgehen, zu Tage. Ende Juli fand sich in der Leibeshöhle eines Rotators eine von einer 0,004 mm dicken Wandung umgebene, 0,026 mm im Durchmesser haltende Cyste. Im Innern der Cyste waren rundliche Körperchen in eine feinkörnige Masse, soweit sich dieses beobachten liess, eingelagert. Aehnliche Cysten habe ich bei der weitern Untersuchung nicht wieder zu Gesicht bekommen.

Ob diese Cyste vielleicht mit der Entwicklung der Schläuche in Verbindung steht und ähnlich wie bei den Olpidiaceen eine Dauer-

1) Es wurde zum Vergleiche die im Schenk'schen Handbuche der Botanik von Zopf angeführte Literatur über Chytridiaceen benutzt.

spore, welche nach einer Reihe von Schwärmsporengenerationen gebildet wird, darstellt, ist fraglich.

Einige Aehnlichkeit mit den Chytridiaceen lässt sich immerhin nicht leugnen, jedoch bin ich ausser Stande, eine sichere Entscheidung über die wahre Stellung der parasitischen Schläuche zu treffen.

Bis Ende September fanden sich die Schläuche in grosser Menge, im Laufe des October waren sie seltener anzutreffen und verschwanden schliesslich, trotzdem noch Rotatorien vorhanden waren.

Literatur.

A. Sarcosporidia.

1. Miescher, F., in: Archiv f. Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin von Dr. Joh. Müller, 1843, p. 63.
2. v. Hessling, Th., in: Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 5, 1854
3. v. Siebold, C. Th., in: Zeitschrift f. wiss. Zoologie, Bd. 5, 1854.
4. Rainey, G., in: Philos. Transact. Royal Society London, vol. 147, 1857, p. 111—127.
5. Perroncito, E., Poche parole intorno ai corpusculi del Rainey, in: Il Medico veterinario, 1859.
6. Krause, W., in: Zeitschrift f. ration. Medicin, Bd. 18, 1863, p. 156, u. Nachrichten v. d. Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, 1865, No. 12, p. 305.
7. Leuckart, R., Die menschlichen Parasiten, Leipzig u. Heidelberg, 1863.
8. Waldeyer, in: Medicin. Centralblatt, (No. 54) 1863, p. 849.
9. Virchow, R., Darstellung der Lehre von den Trichinen, 1864, p. 20, u. in: Virchow's Archiv, 1865, Bd. 32, p. 356 u. f.
10. Kühn, J., Mittheilungen des landwirthschaftl. Instituts zu Halle, 1865.
11. Leisering u. Winkler, Bericht über das Veterinärwesen im Königreich Sachsen für das Jahr 1865, Dresden, Jahrg. 5, p. 41, u. in: Archiv f. Pathol. Anatomie v. R. Virchow, Bd. 37, p. 431, 1866.

12. Pagenstecher, H. A., in: Verhandl. Naturhist.-med. Ver. Heidelberg, 1862—65, Bd. 4, p. 20—22.
13. Ripping, L. H., in: Zeitschrift f. rat. Med., 1865, Bd. 23.
14. Cobbold, T. Sp., in: Transact. Pathol. Soc., vol. 17, 1866; Lancet, Jan. 1866; Veterinarian 1877; ferner Parasites, a treatise on the Entozoa of man and animals, London 1879, p. 276 u. f.
15. Gerlach, Die Trichinen. Hannover 1866.
16. Dammann, C., in: Archiv Pathol. Anat. von R. Virchow, 1867, Bd. 41, p. 283.
17. Manz, W., in: Archiv f. Mikroskop. Anat., 1867, Bd. 3.
18. Waldenburg, in: Archiv f. Pathol. Anat. von R. Virchow, 1867, Bd. 41, p. 435.
19. Lindemann, K., in: Deutsche Zeitschrift f. Staatsarzneikunde, 1868.
20. Ratzel, F., in: Archiv f. Naturgesch., 1868, Bd. 1, p. 154.
21. Zenker, in: Verhandl. Phys.-med. Soc. Erlangen, 1865—68, p. 20.
22. Fürstenberg, M. H., in: Mittheil. Naturw. Ver. Neu-Vorpommern u. Rügen, 1869, 1. Jahrg., p. 41—55.
23. Rivolta, in: Journ. des Vét. du Midi, 1869, p. 445 u. 521.
24. Roloff, F., in Medic. Centralblatt, 1868, 6. Jahrg. (No. 21), p. 234, u. Arch. f. Pathol. Anat. von R. Virchow, 1867, Bd. 46, p. 437.
25. Paulicki, in: Zeitschrift f. pract. Veterinärwissenschaften, 1873, p. 79, u. Gurlt u. Hertwig's Magazin, 1872, Bd. 38.
26. Siedamgrotzky, O., in: Jahresbericht d. Ges. f. Natur- u. Heilkunde, Dresden (Sept. 1871 — April 1872) 1872, p. 69—70.
id. in: Lotos, 22. Jahrg., 1872, p. 251.
id. in: Wochenschrift f. Thierheilkunde u. Viehzucht (Adam), Bd. 16, 1872, p. 97—101.
27. Zürn, Die Schmarotzer auf und in dem Körper unserer Haussäugethiere, Weimar 1872.
28. v. Niederhäusern, in: Zeitschrift f. pract. Veterinärwissenschaft, Bd. 1, p. 79, 1873.
29. Beale, L., Microscope in medicine, 4 ed., 1878, p. 485.
30. Lankester, E. Ray, On Drepanidinum ranarum the cell-parasite of the frog's blood and spleen (Gaule's Würmchen), in: Quart. Journ. Micr. Sc., N. S., vol. 22, p. 53—65.
31. Lanessan, J. L. de, Traité de zoologie, T. 1, Protozoaires.
32. Balbiani, in: Journal de Micrographie, herausgegeben von Pelletan, T. 6, 1882.
id. Leçons sur les Sporozoaires, Paris 1884, p. 106.
33. Bütschli, O., in: Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreichs, 1882—1889.
34. Laulanié, in: Revue vétérinaire, 1884, p. 57.
35. Jongh, in: Bladen . . . . van veeartsenijkunde in Nederlandsch Indië, 1885, u. in: Schweizer Archiv f. Thierheilkunde, 1886, p. 320.
36. Moulé, in: Bull. Soc. centr. 1886, p. 125 u. 694.
37. Morot et Railliet, in: Bull. Soc. centr. de Méd. Vétér., 1886, p. 130 et 369.

38. Sticker, in: Archiv f. wiss. u. pract. Thierheilkunde, Bd. 12, 1886, p. 381.
39. Pütz, H., in: Archiv f. Path. Anat. von R. Virchow, Bd. 109, u. Archiv f. wiss. u. pract. Thierheilkunde, Bd. 14, 1888, p. 112.
40. Schulz, in: Der Thierarzt, 1887, No. 1.
41. Neumann, L. G., Traité des maladies parasitaires non microbiennes des animaux domestiques, Paris 1888.
42. Blanchard, R., Traité de zoologie médicale, 1889—90, 2. Bd., T. 1, p. 32—68.
43. Pfeiffer, L., Die Protozoen als Krankheitserreger sowie der Zellen- u. Zellkernparasitismus derselben bei nicht bacteriellen Infectionskrankheiten des Menschen, Jena 1891, p. 116 u. f.

B. Parasitische Schläuche.

1. Sorokin, in: Annales Sc. Nat. Botan. (Sér. 6) T. 4, 1876.
2. Nowakowsky, in: Beiträge zur Biologie der Pflanzen v. Cohn, Bd. 2, Heft 1, 1877.
3. de Bary, A., Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, 1884.
4. Schenk, Handbuch der Botanik, 1890. Die Pilze von Dr. W. Zopf.

Erklärung der Abbildungen.

Die Abbildungen wurden, wenn nichts anderes angegeben, bei ca. 800-facher Vergrösserung gezeichnet.

Tafel 1.

Fig. 1. *Platydactylus facetanus* Ald. mit Sarcosporidien (*s*). (Nat. Gr.)

Fig. 2. Längsschnitt durch eine Sarcosporidie von *Platydactylus*. 55-f. Vergr. *m* Muskelfaser, *c* Cuticula.

Fig. 3. Schnitt durch die Wand einer Sarcosporidie von *Platydactylus*. *m* Muskelfaser, *ac* äussere Schicht der Cuticula, *ic* innere Schicht der Cuticula, *g* Gerüstsubstanz, *k* sichelförmige Körperchen.

Fig. 4. Maschenräume aus dem Centrum der Sarcosporidie von *Platydactylus*. *z* Kammer mit Zerfallsmassen.

Fig. 5. Sarcosporidie aus dem Zwerchfell vom Schwein. Die äussere Schicht der Cuticula ist in Stäbchen zerfallen. Im Innern des Schlauches Sporenballen.

Fig. 6 u. 7. Cuticula aus der Mitte einer Sarcosporidie vom Schwein. Fig. 7 bei 1200-facher Vergr.

Fig. 8. Sarcosporidie aus dem Zwerchfell vom Schwein. *m* Muskelfaser, *c* Cuticula, *g* Gerüstsubstanz, *t* Kerntheilung.

Fig. 9. Tiefere Schicht derselben Sarcosporidie bei 1000-facher Vergr. *g* in das Innere vorspringende Zacken, von welchen die Gerüstsubstanz abgerissen ist.

Fig. 10. Sarcosporidie vom Schwein. An dem Ende Zellen mit hellem Protoplasma.

Fig. 11. Wandstück einer Sarcosporidie vom Schwein. *z* Zellen an der Innenfläche der Cuticula, *c* Cuticula, *r* Risse in der Cuticula.

Fig. 12. Im Zerfall befindliche Sarcosporidie vom Schwein. *c* Cuticula, *g* Gerüstsubstanz, *k* sichelförmige Körperchen. Die Linien am Rande deuten die Grenzen der Muskelfaser an.

Fig. 13. Einwanderung von Leukocyten in eine zerfallene Sarcosporidie vom Schwein. *g* Gerüstsubstanz, *l* Leukocyten. 13a Randzone derselben Sarcosporidie. *m* Muskelfaser.

Tafel 2.

Fig. 14. Sarcosporidie vom Pferd.

Fig. 15. Querschnitt durch eine Sarcosporidie vom Schaf. *m* Muskelfaser.

Fig. 16. Querschnitt durch eine Sarcosporidie vom Schaf. *m* Muskelfaser, *c* Cuticula mit Vorsprüngen.

Fig. 17. Cuticula einer Sarcosporidie vom Schaf mit Rissen.

Fig. 18. Oberfläche der Cuticula einer grossen Sarcosporidie aus dem Oesophagus vom Schaf.

Fig. 19, 20, 21. Schnitte durch die Wand grosser Sarcosporidien aus dem Oesophagus vom Schaf. *c* Cuticula, *sm* Sarcolemma und Muskelsubstanz, *b* Bindegewebsmembran, *b* faseriges Bindegewebe (Perimysium), *m* (Fig. 21) Querschnitt durch eine Muskelfaser, *i* innerer Raum der Sarcosporidie. An der innern Fläche der Cuticula der Fig. 19 u. 20 liegen Zellen mit 1, 2 und mehrern Kernen.

Fig. 22. Jugendliche Sarcosporidie vom Schaf, 0,047 mm lang und 0,006 mm breit. *k* Kern.

Fig. 23 wie Fig. 22. Länge 0,12 mm, Breite 0,011 mm.

Fig. 24 u. 25. Aeltere Sarcosporidien vom Schaf. In der Mitte und dem obern Ende der S. Fig. 25 finden sich die ersten Anfänge von Ballenbildung.

Fig. 26. Sarcosporidie vom Schaf. Die Enden des Schlauches enthalten helle Zellen, in den mittlern Theilen finden sich Ballen mit sichelförmigen Körperchen.

Fig. 27. Sarcosporidie vom Schaf mit hellen Zellen an den Enden.

Fig. 28. Zellen an der Innenfläche der Cuticula einer grossen Sarcosporidie vom Schaf.

Fig. 29. Theil eines Querschnittes einer grossen Sarcosporidie aus dem Oesophagus vom Schaf. 55-fache Vergrösserung. *b* Bindegewebsmembran, *m* Sarcolemma und Muskelsubstanz, *c* Cuticula, *k* Kammern mit einer grossen Anzahl sichelförmiger Körperchen angefüllt, *k'* Kammern mit einer geringen Menge sichelförmiger Körperchen und Zerfallsmassen, *g* Gerüstsubstanz, welche sich contrahirt hat, *i* innerer Hohlraum.

Tafel 3.

Fig. 30. Gerüstsubstanz aus dem Centrum einer grossen Sarcosporidie vom Schaf (Eiweisslösung).

Fig. 31. Schnitt durch die Gerüstsubstanz einer grossen Sarcosporidie vom Schaf. In den Kammern sind Zerfallsmassen und im Zerfall befindliche sichelförmige Körperchen enthalten.

Fig. 32. Schnitt durch eine Sarcosporidie vom Schaf. *k* Kammer mit grossen, rundlichen Zellen in der Nähe der Cuticula. Die Maschenräume in der Umgebung enthalten sichelförmige Körperchen.

Fig. 33. *Brachionus amphiceros* mit ausgebildeten Schläuchen in der Leibeshöhle (264-f. Vergr.). 33a Schlauch mit abgelöster Cuticula.

Fig. 34. Zellen mit ausgebildeten Schläuchen.

Fig. 35. Geplatztes Rotator mit Zellen, welche nach dem Zerfall der Schläuche frei in der Leibeshöhle liegen und in das umgebende Wasser gelangen.

Fig. 36. Junge Schläuche (*a*, *b*) und ein ausgebildeter Schlauch (*c*) in der Leibeshöhle eines lebenden Rotators.

Fig. 37. Einzelne Zellen (*a*) und junge (*b*, *c*, *d*) nach der Infection in der Leibeshöhle sich findende Schläuche (Pikrokarmin).

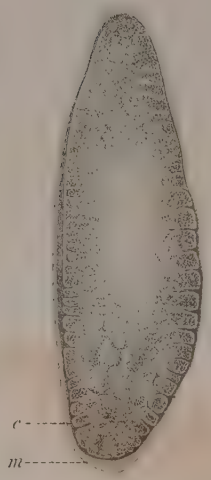
Fig. 38. Junger Schlauch mit Kerntheilungen (Pikrokarmin).

Fig. 39. Junge Schläuche (*a*, *b*, *c*) und ein ausgebildeter Schlauch (*d*). (Hämatoxylin.)

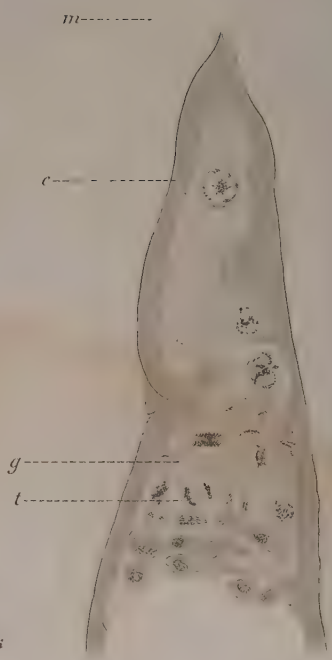
Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 994

1.

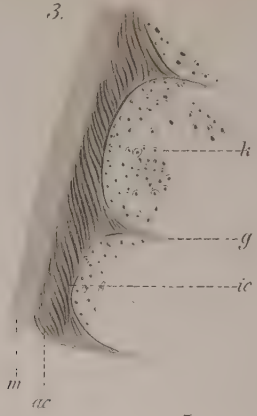
2.



8.



3.

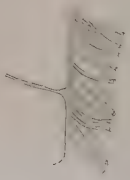


4.

5.

6

7.



Bertram del.

Verl. v. Gu

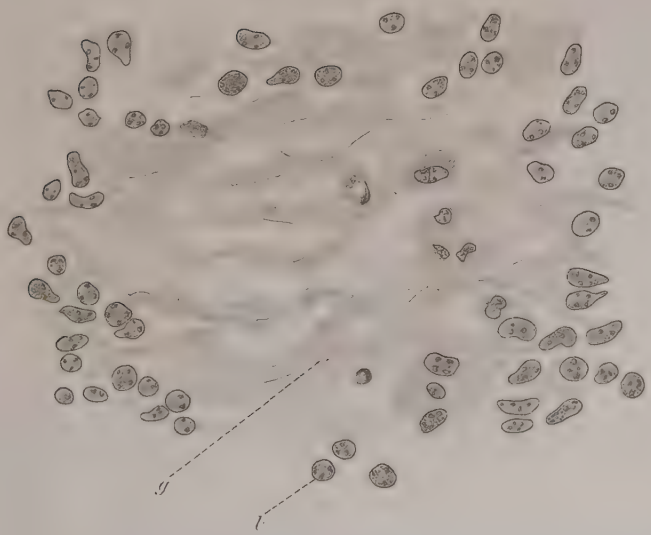
9.

12.

13a.

10.

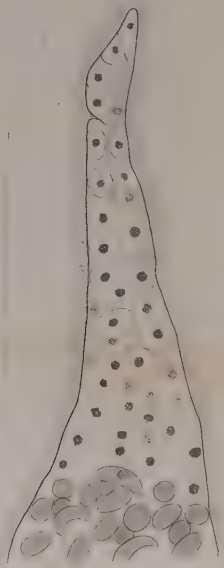
13.



11.

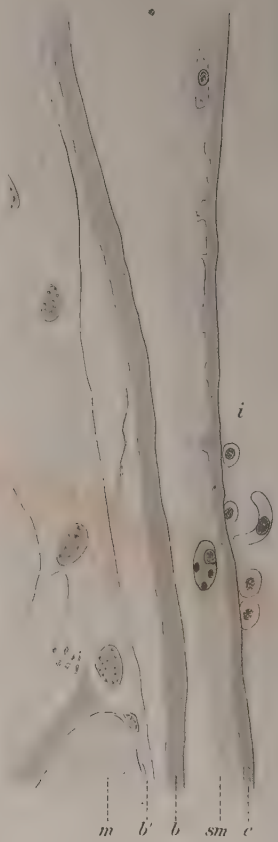
Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.

14.



18.

21.



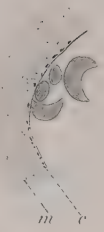
19.

15.

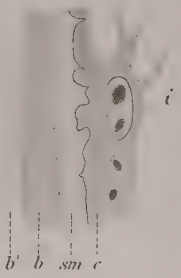
22.

17.

16.



20.



Bertram del.

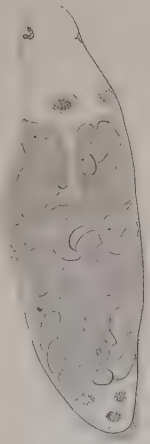
23.

25.

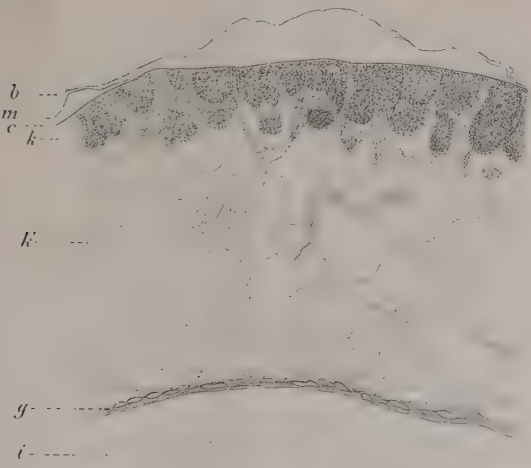
27.

28.

26.

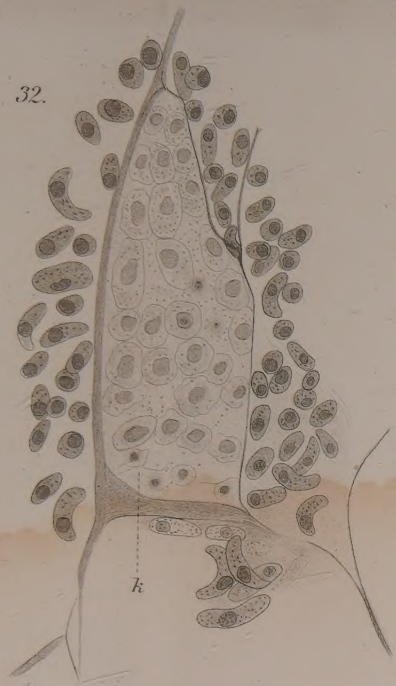


29.

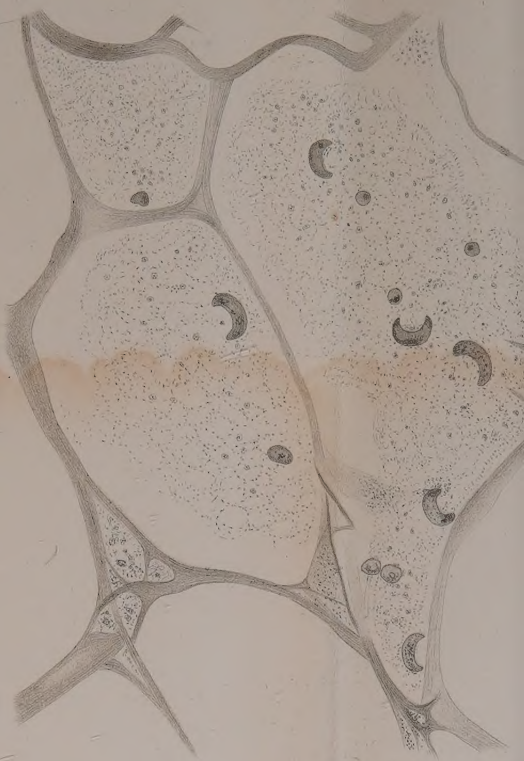


Anst. v. A. Giltsch, Jena.

32.

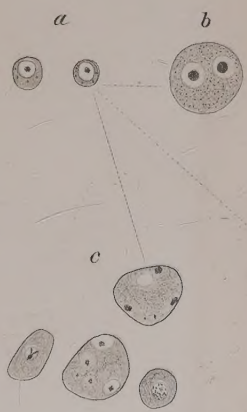


31.

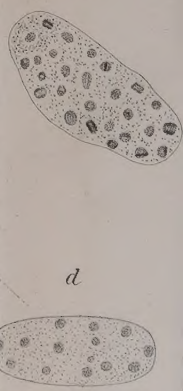


30.

37.



38.



Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.